

7

Comunidades de insectos acuáticos en el arroyo de Cabuyita, provincia de Panamá, Panamá

Communities of aquatic insects in a stream in Cabuyita, province of Panama, Panama

Marta Higuera Gómez¹, Ramiro Gómez Pinzón²

¹ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología, Panamá. marta.higuera@up.ac.pa ORCID: 0000-0003-0275-5936

² Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Matemáticas, Panamá. ramiro.gomez@up.ac.pa ORCID: 0000-0003-2863-2416

Resumen

Los insectos contribuyen en la conservación de los ecosistemas, además tienen atributos que los consideran indicadores de la calidad de hábitats. Cuando están en el desarrollo en la fase de larvas o ninfas son fragmentadores degradando las hojarasca, lo que favorece a otros organismos y así colabora en las redes alimenticias. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la dominancia y riqueza espacial y temporal de la comunidad de insectos acuáticos asociados a hojarasca, entre enero a junio del 2019, en el arroyo de Cabuyita, corregimiento de Tocumen, provincia de Panamá, Panamá. Se establecieron cinco estaciones de muestreo, en cada estación se recolectaron dos muestras de hojarasca una vez al mes. Se calcularon los índices de Margalef y el índice de Simpson. Se recolectaron 1645 individuos, seis órdenes, 17 familias y 24 géneros. Los órdenes más abundantes en orden decreciente fueron los Diptera, Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Coleoptera y Megaloptera. Las subfamilias más abundantes fueron *Chironominae*, *Tanyptodinae*, *Orthoclaadiinae* y *Tanytarsinii*. Los géneros más abundantes *Caenis sp*, *Ischnura sp*, *Farrodes sp*, *Macrelmis sp*, y *Phylloicus sp*. Se concluyó que el arroyo de Cabuyita presenta condiciones apropiadas para la comunidad de insectos acuáticos asociado a hojarasca y hubo mayor riqueza de organismos en la estación seca que en la lluviosa.



Palabras clave: índice de Margalef; índice de Simpson; dominancia; riqueza temporal; macroinvertebrados.

Abstract

Insects contribute to the conservation of ecosystems. They also have attributes who consider them as indicators of the quality of habitats. When they are in the development phase of larvae or nymph, they are shredders degrading the leaf, that favors other microorganisms, and that way collaborate with the food web. This work had the purpose to determine the dominance and spatial and temporal wealth of the community of aquatic insects associated with leaf, between January to June 2019 in the stream of Cabuyita, Tocumen county, province of Panama. Five sample stations were established, in each station 2 samples of leaf were collected one each month. The Margalef and Simpson indexes were then calculated. They collected 1645 individuals, 6 orders, 17 families and 24 genera. The most abundant orders in descending form are: Diptera, Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Coleoptera and Megaloptera. The most abundant subfamilies were *Chironominae*, *Tanypodinae*, *Orthoclaadiinae* and *Tanytarsinii*. The most abundant genera are *Caenis sp*, *Ischnura sp*, *Farrodes sp*, *Macrelmis sp* and *Phylloicus sp*. It concluded that the stream of Cabuyita has the appropriate conditions for the community of aquatic insects associated to leaf and there had more wealth of organisms in dry season, than in the rainy season.

Keywords: Margalef index; Simpson index; dominance; temporal richness; macroinvertebrates.

Introducción

Los sistemas acuáticos son fundamentales para albergar una gran biodiversidad de organismos como los macroinvertebrados dulceacuícola (Alonso-EguíaLis *et al.*, 2014). Estos incluyen a los insectos acuáticos que brindan información sobre el estado de los ecosistemas con base a las interacciones, intercambios genéticos y la biomasa. Además, son importante en la conservación al ser factores formadores y reguladores de los ecosistemas (Camero y Calderón,



2007), tienen atributos que los consideran indicadores de la calidad de hábitats (Andrade, 1998). También han sido usados ampliamente como grupo indicador ecológico de perturbación antrópica (Guevara *et al.*, 2009) debido a que las alteraciones causan cambios en la estructura y composición de dichas comunidades (Wiens, 2002).

Los insectos acuáticos asociado a hojarasca expresa la salud de los ecosistemas acuáticos (Roldán Pérez, 2016). Las cadenas alimenticias acuáticas se basan en material autóctono y material alóctono. Entre los alóctonos están la hojarasca que son degradadas por los insectos en la fase de larvas o ninfas. Posteriormente son accesibles a otros organismos como recolectores y filtradores que favorecen los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos (Springer *et al.*, 2010). Según Villada Bedoya y colaboradores (2017) la diversidad de insectos acuáticos tiene una relación directa con la disponibilidad del sustrato hojarasca. En su estudio las hojarasca fue el que sustento la mayor riqueza y abundancia. También están directamente relacionado con los detritos que ingresan a las quebradas desde la vegetación ribereña, que proporciona un gran recurso para los insectos acuáticos y determinan la diversidad (Allan, 1995).

La biomasa de insecto es muy importante en las cadenas y redes alimenticias. Ellos contribuyen con los consumidores herbívoros, descomponedores y detritívoros de la materia vegetal acumulada (Grimaldi y Engel, 2005). Según Araúz y colaboradores (2000) hay una correlación positiva entre la biomasa vegetal y el número de insectos acuáticos, es decir que existe una estrecha relación entre ambas variables.

Los insectos reflejan las condiciones de heterogeneidad a escalas muy finas del hábitat donde otros grupos como los vertebrados pueden ser insensibles. Por lo que se les considera una herramienta útil como indicadores de cambios ambientales rápidos (Guzmán Mendoza *et al.*, 2016). Este trabajo sería la base para futuros estudios y comprobar si se mantiene la integridad en el arroyo, porque los insectos acuáticos responden a las variaciones espaciales y temporales de la heterogeneidad física del hábitat, por lo tanto, la complejidad física promueve la riqueza (Vinson y Hawkins, 1998). Esta investigación se desarrolló con la finalidad de determinar la riqueza espacial y temporal de los insectos acuáticos asociados a hojarasca en el arroyo de Cabuyita, Panamá.

Metodología

El área de estudio: esta investigación se realizó en el arroyo de Cabuyita, que se localiza en el corregimiento de Tocumen, el distrito de Panamá, en la provincia de Panamá, en las coordenadas 9°5'21.8" N y 79°22'59.2" O. El clima en la temporada lluviosa es nublado, la temporada seca es ventosa y parcialmente nublada. El promedio de la temperatura mensual es 27.8° C, el promedio de la humedad relativa mensual de 78.2% y el promedio la precipitación pluvial mensual de 7.2 mm. La vegetación corresponde a un bosque húmedo tropical (ANAM, 2011).

La descripción ecológica de las estaciones

Presentan una vegetación abundante con árboles y arbustos en ambos lados del arroyo, con un sustrato rocoso arenoso en el cauce del arroyo que albergan una gran cantidad de hojarasca.

Estaciones y período de recolecta

Este trabajo se realizó entre enero a junio de 2019, en la cuenca media del arroyo donde se establecieron cinco estaciones, las cuales están separadas por 20 metros entre cada una. En cada estación se recolectaron dos muestras de hojarasca, una vez al mes. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas (4,262 cm³) con cierre hermético, colocando en cada bolsa 2,262 cm³ de hojarasca, con los datos de cada estación. Las muestras se preservaron con alcohol etílico al 96%. En el laboratorio de la Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, cada muestra se lavó con agua en una bandeja blanca de porcelana donde se separaron manualmente los insectos acuáticos, con la ayuda de una lupa de cuello largo de luz fluorescente con aumento de 3X. Los especímenes se colocaron en viales con alcohol etílico al 96% con sus datos de recolecta, para su posterior identificación hasta el menor nivel taxonómico posible, utilizando el estereoscopio Leica GZ6 y las claves de Costa y colaboradores (1988), Flowers y De la Rosa (2010), González Lazo y Naranjo (2007), Ramírez (2010), Roldán Pérez (1988), Ruiz y colaboradores (2000a, b), Posada y Roldán Pérez (2003), Prat y Rieradevall (2011, 2012) y Springer y colaboradores (2010).

Análisis de los datos

Se utilizó el índice de riqueza específica (índice de Margalef), que es un método para medir la biodiversidad, basándose en el número de especies presente. La mayoría de las veces se obtiene realizando muestreos de la comunidad. También se aplicó el índice de dominancia (índice de Simpson), el cual expresa la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la presencia del resto de las especies (Moreno, 2001).

Resultados

Se recolectaron 1645 individuos, distribuidos en seis órdenes, 17 familias, y 24 géneros, durante los seis meses de muestreo. Los órdenes recolectados, en orden descendientes de abundancia de individuos fueron los Diptera (1237), con cinco familias y ocho géneros. Los Ephemeroptera (205), con cinco familias y siete géneros. Los Odonata (95), con dos familias y cuatro géneros. Los Trichoptera (53), con tres familias y tres géneros. Los Coleopteras (46), con una familia y un género. Los Megaloptera (9), con una familia y un género (Tabla 1).

Los Diptera presentaron mayor abundancia de individuos (1237), con las subfamilias Chironominae (578), Tanypodinae (233), Orthocladiinae (215) y Tanytarsini (132). Seguido por Ephemeroptera, con mayor número de individuos en el género *Caenis* sp (103). Después sigue el orden Odonata, con el género *Ischnura* sp. (49) (Figura 1). Continúa el orden Coleoptera, con el género de *Macrelmis* sp. (46). Sigue el orden Trichoptera, con el mayor número de individuos en el género *Phylloicus* sp. (20), (Figura 2), y el último orden es Megaloptera, con el género de *Corydalus* sp. (9) (Tabla 1).

Con respecto al promedio del índice de riqueza de Margalef en los insectos acuáticos en la estación seca (enero, febrero y marzo) fue de 3.053 y la estación lluviosa (abril, mayo y junio) fue de 2.586. Se puede observar que en la estación seca hay mayor riqueza de individuos que en la estación lluviosa.

Tabla 1

Taxas de insectos acuáticos en los meses de recolecta en el arroyo de Cabuyita, provincia de Panamá, Panamá.

Orden	Familia	Taxa	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	Total
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	12	25	31	20	5	10	103
	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	2	7	1	1		3	14
	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> sp.	15	11	8	4	6	3	47
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.	7	5		1		5	18
		<i>Tikuna</i> sp.	2	8		3			13
		<i>Ulmeritoides</i> sp.		3		2			5
Odonata	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i> sp.	1	3	1				5
	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	14	9	12	10		4	49
	Libellulidae	<i>Neocordulia</i> sp.	4	6	2	7	2		21
		<i>Elga</i> sp.	1	1		4	7		13
		<i>Sympetrum</i> sp.	3	8		1			12
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.	5		3			1	9
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp.	9	15	11	4	5	2	46
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i> sp.	5	7	2	4			18
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.		4	9			2	15
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> sp.	7		12	1			20
Diptera	Chironomidae	Tanytopodinae	52	75	63	25	10	8	233
		Chironominae	90	180	169	82	23	34	578
		Orthoclaudiinae	44	52	64	20	9	26	215
		Tanytarsini	25	30	66	6		5	132
	Dixidae	<i>Dixella</i> sp.	3		1				4
	Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i> sp.	9	15		1		3	28
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	4	7				1	12
	Tabanidae	<i>Chrysops</i> sp.		14				21	35
Simpson			0.85	0.81	0.79	0.78	0.81	0.84	
Margalef			3.48	3.23	2.45	3.22	1.6	2.88	
	Total		314	485	455	196	67	128	1645

Figura 1

Ninfa de Coenagrionidae, Ischnura sp



Figura 2

Larva de Calamoceratidae, Phylloicus sp.



Discusión y Conclusión

La observación biológica de las comunidades, basándose en la riqueza taxonómica y su composición, permiten detectar alteraciones en el ecosistema (Cairns y Pratt, 1993). Según López y colaboradores (2007) los macroinvertebrados y dentro de ellos, los insectos, son los más usados en la evaluación de la calidad ambiental del agua de los ríos. El ciclo de vida de los macroinvertebrados permite determinar cualquier disminución de la calidad del medio ambiente (Roldan Pérez 1999).

La vegetación favorece las condiciones en el arroyo, ofreciendo mayor disponibilidad de recurso como el alimento para los insectos acuáticos. Estos a su vez son fundamentales en el flujo de energía y reciclaje de nutrientes en la cadena trófica del medio acuático (Submanian *et al.*, 2005). Según Guevara Mora (2011) las hojarascas y el detrito orgánico tienen un valor para la alimentación y desarrollo de las poblaciones de insectos acuáticos.



Los Diptera es uno de los órdenes megadiversos en la región Neotropical. Dominan una amplia variedad de microhábitats, son muy superior a los otros órdenes de insectos. Es el de mayor abundancia, diversidad, amplio espectro ambiental y de elevación en los ecosistemas acuáticos (Alonso-EguíaLis *et al.*, 2014). Los Chironomidae son fundamentales en la biomasa de los ambientes lóticos y lénticos y tienen un papel determinante en los ciclos tróficos y el procesamiento de los detritus (Paggi, 1999). Según Gonzáles y colaboradores (2018) los Chironomidae habitan en cualquier sustrato y prefieren los lugares remansos y protegidos de las fuertes corrientes. También tienen una alta capacidad de adaptación a las condiciones que el medio presenta, localizándose en diversos hábitats (Ruíz *et al.*, 2000 a,b). Además, son dominantes por su una gran capacidad competitiva, algunas especies son depredadoras, otras son herbívoras y otras detritívoras (Marques *et al.*, 1999). Según Menjivar Rosa (2010) la mayoría de estas especies son bentónicas que pueden llegar a densidades muy altas, porque desarrollan hasta 4 estadios larvales. Los Chironominae, constituyen el grupo de insectos más ampliamente distribuidos, diversificados y frecuentes en los ecosistemas acuáticos (González y Cobo, 2006; Prat *et al.*, 2014). La presencia de Chironomidae y las subfamilias como la más abundante, también ha sido documentada por Aguirre y Bernal (2014), Cornejo (2014), Higuera Gómez y Gómez (2015a, 2015b, 2017, 2018).

Según Serrano Cervantes y Zepeda Aguilar (2010) las ninfas de Ephemeroptera habitan en aguas limpias y bien oxigenadas, son sensibles a la presencia de carga orgánica residual, por lo cual son consideradas buenas indicadores de la calidad del agua. Tienen mayor diversidad en ríos y arroyos de fondo rocoso. Los *Caenis sp.* habitan en todo tipo de agua dulce, con vegetación (Springer *et al.*, 2010).

Los Trichoptera se caracterizan por la producción de seda y la construcción de refugios, que les proporciona un camuflaje, protección contra depredadores, apoyo contra el arrastre por la corriente y les favorece en la alimentación. Además, son fundamentales en la cadena alimenticia y el reciclaje de nutrientes (Springer *et al.*, 2010). Estos influyen en las cadenas tróficas, por la abundancia de algunas especies y la variedad de nichos que ocupan las larvas desde depredadores hasta recolectores (Muñoz Quesada, 2004). También son considerados bioindicadores de la calidad de agua del ecosistema (Springer, 2006). Según Roldán Pérez (1996) las larvas son

calificadas como indicadores de aguas oligotróficas y están asociadas a hojarasca sumergidas en descomposición en áreas boscosas. Los Polycentropodidae son muy diversos en todas las regiones biogeográficas del mundo y el género *Cernotina sp.* está restringido al continente de América (Springer *et al.*, 2010). Los *Macrelmis sp.* prefieren zonas donde se acumulan restos de vegetales (González y Cobo, 2006). También los *Phylloicus sp.* se alimenta de hojarasca en descomposición, además están ampliamente distribuido en Latinoamérica (Springer *et al.*, 2010).

Los Odonata son depredadores, se alimentan de diferentes insectos, principalmente de Diptera, por lo cual desempeñan un control biológico sobre las poblaciones de mosquito. Estos habitan en ríos y quebradas con abundante vegetación sumergida o emergente (Sermeño *et al.*, 2010). Según Raven (1990) las náyades de los Coanagrionidae se localizan en ríos y quebradas con abundante vegetación adheridas a los tallos sumergidos de las plantas acuáticas. Las ninfas de *Ischnura sp.* se localizan en una diversidad de hábitat, estas optan por la vegetación de la orilla (Springer *et al.*, 2010).

Los ejemplares reportados en la quebrada de Cabuyita se han recolectados en otros ríos de Panamá. Como en el trabajo realizado por Rodríguez y León (2003) en el río Tríbique, Veraguas, el artículo de Medianero y Samaniego (2004) en el río Curundú, Panamá. También la investigación en el río Mula, Chiriquí (Bernal y Castillo, 2012) y el trabajo realizado por Cambra y Barría (2014) en el río Perresénico del Parque Nacional Darién.

Los índices de diversidad fueron mayores en los meses que corresponden a la estación seca con respecto a la estación lluviosa. La población de insectos acuáticos fue mayor en la estación seca porque el arroyo en esta época presenta una gran cantidad de macrohabitats diferentes que favorecen el desarrollo de la alta diversidad acuática (Alonso-EguíaLis *et al.*, 2014). La baja cantidad de insectos acuáticos en la estación lluviosa se debe a que las precipitaciones provocan que las poblaciones de individuos disminuyan por la falta de hábitats y el desprendimiento de los sustratos a los que se adhieren (Guevara Mora, 2011). En la estación lluviosa aumenta la velocidad de las corrientes del cauce que influye en la dispersión y la permanencia de los insectos en las zonas de estudio (Humphries, 2002). Según el trabajo realizado por Tamaris Turizo y colaboradores (2013) las épocas de altas lluvias causan un efecto

en la deriva por el aumento del caudal y la ausencia de la vegetación ribereña, provocando valores bajos de la comunidad de insectos acuáticos.

En esta investigación se determinó que el arroyo de Cabuyita posee buena riqueza espacial de insectos acuáticos asociados a hojarascas en las cinco estaciones, al recolectarse 6 órdenes, 17 familias y 24 géneros. Con respecto a la riqueza temporal esta fue mayor en la estación seca (enero, febrero y marzo) y fue baja en la estación lluviosa (abril, mayo y junio), esto lo corrobora el índice de Margalef.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, Y. y Bernal, J. (2014). Distribución y diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta, media y baja del Río Caldera, Chiriquí, Panamá. *Scientia*, 24 (2), 37-55.
- Allan, J. D. (1995). *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Chennai: Chapman & Hall.
- Alonso-EguíaLis, P., Mora, J.M., Campbell, B y M. Springer. (2014). *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 444 p.
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2011). *Plan nacional de gestión integrada de recursos Hídricos de la República de Panamá, 2010-2030*. Editora Novo Art, S.A.
- Andrade G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadores del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 22 (84), 407-421.
- Araúz, B., Amores, B. y Medianero, E. (2000). Diversidad de distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, República de Panamá). *Scientia*, 15 (1), 27-45.



- Bernal, J. y Castillo, H. (2012). Diversidad, distribución de los insectos acuáticos y calidad del agua de la subcuenca Alta y Media del Río Mula, Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*, 14 (1), 35-52.
- Cairns, J. y Pratt J.R. (1993). A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. En: D.M. Rosenberg., V.R. Resh (eds.) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, N.Y. 10. pp.27
- Cambra, R.A. y Barría, L. (2014). Insectos acuáticos como indicadores de la calidad de agua del Río Perresenico, Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Scientia*, 24 (2), 57-70.
- Camero E. y Calderón, A. (2007). Comunidad de Mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente altitudinal del Cañón del río Combeima-Tolima, Colombia. *Acta biológica de Colombia*, 12 (2), 95-110.
- Cornejo, A. (2014). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados dulceacuícolas en el área de concesión minera Cerro Petaquilla, Colón, Panamá. *Scientia*, 24 (2), 15-35.
- Costa, C., Vanin, S. y Casari-Chen, S. (1988). *Larvas de Coleoptera do Brasil*. Museu de Zoología. Universidad de Sau Paulo. Sau Paulo. Brasil. 447.
- Flowers, R. W. y De la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 63-93.
- González H. A., Crespo A. E., Acosta. C. R. y Hampel H. (2018). *Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del Cantón Cuenca*. ETAPA EP. Cuenca. pp. 156.
- González González, M. y Cobo Gradín, F. (2006). *Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia*. Hércules de Ediciones.
- González Lazo, D. y Naranjo, C. (2007). Clave de identificación para larvas del orden Ephemeroptera presentes en Cuba. *Revista Entomología Argentina*, 66 (1-2), 137-145.
- Grimaldi D. y Engel, M. (2005). *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press.



- Guevara, G., Godoy, R., Boeckx, P., Jara, C. y Oyarzún, C. (2009). Leaf litter dynamics in headwater streams of the Chilean Andes: influence of shredders and silvicultural activities. In C.E. Oyarzún, N.E.C. Verhoest, P. Boeckx, & R. Godoy (Eds) *Ecological advances on Chilean temperate rainforests* (51-54). Ghent: Academia Press.
- Guevara Mora, M. (2011). Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del Río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59 (2), 635-654.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. y Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta de Zoología de México*, 32 (3).
- Higuera Gómez, M. y Gómez R., (2015a). Diversidad de insectos acuáticos asociados a hojarasca en la quebrada Capisucia o El Barrigón en la Ciudad del Árbol, Chilibre, Panamá. *Tecnociencia*, 17 (2), 57-73.
- Higuera Gómez, M. y Gómez, R. (2015b). Comunidad de insectos acuáticos asociados a hojarasca en las Quebradas La Orquídea y El Vado, en la Ciudad del Árbol, Chilibre, Panamá. *Centros*, 4 (2), 40-49.
- Higuera Gómez, M. y Gómez R. (2017). Comunidad de insectos acuáticos asociado a hojarasca en la Isla Maje, Lago Bayano, Panamá. *Centros*, 6 (1), 31-41.
- Higuera Gómez, M. y Gómez R. (2018). Comunidad de insectos acuáticos asociados a hojarascas en el río Vista Mares de Altos de Cerro Azul, provincia de Panamá. *Tecnociencia*, 20 (1), 35-49.
- Humphries, S. (2002). Dispersal in drift-prone macroinvertebrates: a case for density-independence. *Freshwater Biology*, 47, 921-929.
- López Hernández, M., Ramos Espinoza M. G. y Carranza Fraser J. (2007). Multimetric analyses of assessing pollution in the Lerma river and Chapala lake, México. *Hidrobiología*, 17 (supl 1), 17-30.



- Marqués, M.G.M., Ferreira, R.L. y Barbosa, F.A.R. (1999). A comunidade de Macroinvertebrados Aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual, do Rio Doce, MG. *Revista Brasileira de Biologia*, 59 (2), 203-210.
- Medianero, E. y Samaniego, M. (2004). Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Folia Entomológica Mexicana*, 43 (3), 279-294.
- Menjivar Rosa, R.A. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos del Orden Diptera en El Salvador*. En: Springer, M. & J.M. Sermeño Chicas (eds). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). SINAI Editores e impresores, S.A. de C.V. San Salvador, El Salvador. 50 pág.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. CYTED, ORCYT, SEA. México.80 pp.
- Muñoz Quesada, F. (2004). *El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales*. In F. Fernández (Ed.) *Insectos de Colombia*, Vol. 3, 319-349. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Paggi, A.C. (1999). Los Chironomidae como indicadores de calidad de ambientes dulceacuícolas. *Revista de la Sociedad Entomológica*, 58, 202-207.
- Posada-García J. y Roldán Pérez, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 25 (1), 69-192.
- Prat N. y Rieradevall, M. (2011). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los géneros*. Proyectos de investigación CERA, FUCARA y BIQUURA, con el auspicio de la AECID y el MCYT de España.

- Prat, N. y Rieradevall, M. (2012). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos Mediterráneos, clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios*. Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona. 42pp.
- Prat, N., González Trujillo, J. y Ospina Torres, R. (2014). Clave para la determinación de exuvias pupales de los quironómidos (Diptera: Chironomidae) de ríos altoandinos tropicales. *Revista de Biología Tropical*, 62 (4), 1385-1406.
- Ramírez, A. (2010). Odonata. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 97-136.
- Raven, K.C. (1990). *Órdenes Ephemeroptera, Odonata y Plecoptera*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Departamento de entomología, Lima, Perú.
- Rodríguez, V. y León, H. (2003). Insectos acuáticos asociados al río Tríbique, en el distrito de Soná, Provincia de Veraguas. *Tecnociencia*, 5(1), 51-64.
- Roldán Pérez, G. (1988). *Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia. Colombia. 217.
- Roldán Pérez, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Ed. Impreades Presencia S.A. Bogotá, Colombia. 217
- Roldán Pérez, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23 (88), 375-387.
- Roldán Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40 (155),254-274.
- Ruiz Moreno, J., Ospina Torres, R., y Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de Quironómidos (Diptera: Chironimidae) de la Sabana de Bogotá. II. Subfamilia Chironominae. *Caldasia*, 22 (1), 15-33.



Ruiz Moreno, J.L., Ospina Torres, R., Gómez Sierra, H., y Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de Quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. Subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae”. *Caldasia*, 22 (1):34-60.

Sermeño Chicas, J.M. Pérez D y Gutiérrez Fonseca P.E. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Odonata en el Salvador*. En: Springer, M (ed). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). SINAI Editores e impresores, S.A. de C.V. San Salvador, El Salvador. 38 pág.

Serrano Cervantes, L y Zepeda Aguilar, A. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Ephemeroptera en El Salvador*. En: Springer, M (ed). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). SINAI Editores e impresores, S.A. de C.V. San Salvador, El Salvador. 29 pág.

Springer M., (2006). Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54 (1), 273-286.

Springer M., Ramírez. A., y Hanson. P. (2010). Macro invertebrados de agua dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 240

Springer, M., Serrano Cervantes, L. y A. Zepeda Aguilar. (2010). *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Trichoptera*. En: Sermeño Chicas, J.M. (ed.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos



acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES)-Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 47 pág.

Subramanian, K. A., Sivaramakrishnan, K. G., y Gadgil, M. (2005). Impact of riparian land use on stream insects of Kudremukh National Park, Karnataka state, India. *Journal of Insect Science*, 5(49), 1-10.

Tamaris Turizo, C., Rodríguez Barrios, J., y Ospina, R. (2013). Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la sierra nevada de Santa Marta, Colombia. *Caldasia*, 35 (1), 149-163.

Villada Bedoya S., Ospina Bautista F., Dias L. y Estévez Varón J. (2017). Diversidad de insectos acuáticos en quebradas impactadas por agricultura y minería, Caldas, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65 (4), 1635-1659.

Vinson M.R. y Hawkins, C.P. (1998). Biodiversity of stream insects' variation at local basin and regional scales Annu. *Revista de Entomología*, 43, 271-293.

Wins. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology into the wáter. *Freshwater Biology*, 47(4), 505-51.